. 1137A

BRITISH MUSEUM
(NATURAL HISTORY)
10 MAR 1993
EXCHANGED
GENERAL LIBRARY

Atti della Società Italiana di Scienze Naturali
e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Vol. 132 (1991), n. 7, pag. 69-87 Milano, settembre 1992

Remigio Rossi (*), Renata Trisolini (**),
Maria Grazia Rizzo (**), Bahram S. Dezfuli (**),
Piero Franzoi (**) e Gilberto Grandi (**)

Biologia ed ecologia di una specie alloctona, il siluro (*Silurus glanis* L.) (Osteichthyes, Siluridae), nella parte terminale del fiume Po

Riassunto – A partire dagli anni 80, il siluro, prima segnalato sporadicamente nelle acque del Po, è divenuto una componente importante della fauna ittica nella parte terminale del fiume, tanto da essere pescato e venduto ai mercati ittici. La quantità totale annua pescata è in aumento a partire dal 1983, ma dalla sua prima comparsa nelle catture, il siluro ha progressivamente perso valore commerciale, e una certa quantità dopo la cattura viene ributtata in acqua.

L'accrescimento del siluro nel Po è estremamente rapido, più elevato di quello riportato per le regioni d'origine, probabilmente a causa di un migliore regime termico e di una diversa situazione di competizione e predazione.

L'analisi istologica delle gonadi indica che il maschio raggiunge la maturità sessuale ad una LT di circa 60 cm; la femmina a circa 70 cm, ad una età di circa 3 anni. Il periodo riproduttivo è lungo almeno da maggio fino a settembre.

Fino a circa 30 cm di lunghezza la dieta è costituita soprattutto da crostacei (soprattutto gammaridi) e larve di insetti; a partire da circa 30 cm la dieta del siluro diviene piscivora, principalmente a carico dei ciprinidi: carassio, triotto, cavedano, alborella e savetta. I siluri esaminati risultano parassitati da 4 specie diverse di acantocefali.

In conclusione, gli AA discutono alcune ipotesi gestionali per il contenimento della abbondanza di questo pesce nel fiume Po.

Abstract – *Biology and ecology of an exotic species, the sheatfish (Silurus glanis* L.) (Osteichthyes, Siluridae) *in the lower part of the Po River.*

The sheatfish is an exotic species which before the eightieth was only sporadically found in the Italian waters: it is now, on the contrary, an important component of the fish fauna in

(*) Dipartimento di Scienze Ambientali, Università della Tuscia, Via S. Camillo de Lellis blocco D, 01100 Viterbo.
(**) Dipartimento di Biologia Evolutiva, Università di Ferrara, Via Borsari 46, 44100 Ferrara.

© Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Storia Nat.
corso Venezia 55, 20121 Milano
ISSN 0037-8844

Registrato al Tribunale
di Milano al n. 6574
Dir. resp. Giovanni Pinna

Stampa Fusi-Pavia

the lower part of the Po river where it is fished and sold on the fish markets. The total quantity fished per year is increasing, starting from 1983, but the commercial value decreased progressively so as it is sometime captured and released. The sheatfish grows very rapidly in the Po river, showing a growth rate better than that observed in the original regions, probably because of a better thermic situation and the lack of competition and predation.

The histological analysis of the gonads shows that the male attains the sexual maturity at a total length of about 60 cm, while the female at a length of about 70 cm, when it is 3 years old. The spawning period lasts a long time, at least from May to September.

Up to 30 cm of length the sheatfish diet consists mainly of crustaceans (especially gammarids) and insect larvae; but starting from 30 cm of length it becomes piscivorous and preys upon cyprinids. The examined sheatfish were parasitized by 4 species of acanthocephalans.

As a conclusion the Authors discuss some management hypotheses to control the sheatfish abundance in the Po river.

Key words: sheatfish, exotic fish, Po River, fishing management.

Introduzione

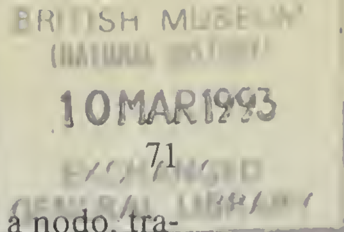
Il trasporto e l'introduzione di specie o di popolazioni alloctone in aree lontane da quelle originarie è fortemente aumentata in questi ultimi tempi, a seguito di trasporti commerciali, importazione di specie ritenute idonee per l'allevamento o per la pesca a pagamento in acque private, esigenze di laboratori di ricerca. Il risultato di una introduzione quasi mai può essere stabilito a priori, anche quando siano ben note le caratteristiche ecologiche della specie nella sua area di origine. Ai rischi più ovvii di una introduzione, come la trasmissione di nuove malattie o nuovi parassiti, vanno aggiunti quelli genetici ed ecologici, per l'impatto che la nuova specie può avere sulla fauna autoctona (Balma *et al.,* 1989; Rossi, 1989).

Questo studio presenta i risultati di un anno di indagine su una specie alloctona, il siluro, *Silurus glanis* Linneo, 1758, un Teleosteo (Ordine Siluriformes, Famiglia Siluridae, Genere *Silurus*) originario dell'Europa centrale e dell'Unione Sovietica, in particolare delle regioni dal Danubio fino al Lago d'Aral, ma presente anche in Finlandia e nella Svezia meridionale, e recentemente introdotto in Olanda, Belgio, Francia, Inghilterra (Vallod, 1987), e da ultimo in Italia. La sua presenza sporadica nelle acque dolci italiane era stata segnalata per la prima volta da Manfredi nel 1957 nell'Adda, presso Lecco (Gandolfi e Giannini, 1979); successivamente, nel 1968, un altro siluro fu catturato nel Po, in provincia di Pavia (Torchio, 1968; in Gandolfi e Giannini, 1979). In seguito, la continua immissione in laghetti per la pesca sportiva ha determinato comparse sempre più frequenti nelle acque libere; oggi il suo areale di distribuzione comprende tutto il bacino del fiume Po, numerosi laghi artificiali e canali di bonifica (Regione Emilia Romagna, 1988; Balma *et al.,* 1989; Rizzo *et al.,* in stampa).

Scopo dello studio è quello di valutare il risultato della introduzione del siluro nel fiume Po, soprattutto dal punto di vista dell'adattamento delle sue caratteristiche biologiche al nuovo ambiente.

Materiale e metodi

Dal Marzo 1988 all'Ottobre 1989 sono stati effettuati complessivamente 23 campionamenti nell'area rodigina del fiume Po. Per la pesca sono stati



utilizzati vari tipi di reti: bertovelli, con maglia di 1 cm da nodo a nodo, tramagli e reti di fondo di tipo derivante con maglia di 8 cm da nodo a nodo.

In laboratorio gli animali sono stati misurati (LT, ± 1 mm) e pesati (± 0.1 g). Per una preliminare analisi morfologica è stata misurata anche la lunghezza standard, la lunghezza della testa, del tronco e della coda e la lunghezza dei due caratteristici barbigli posti sulla mascella superiore.

Ai campionamenti è stata affiancata un'indagine sui dati di vendita negli anni 1983-87 al mercato ittico di Donada (RO), uno dei maggiori mercati dell'area deltizia, cui afferisce il pescato del fiume Po.

Per la determinazione dell'età, a causa della totale assenza di scaglie, dell'eccessivo spessore degli opercoli e degli otoliti, sono state utilizzate le vertebre, sulle quali è possibile riconoscere una alternanza di bande opache a spessore più o meno ampio (accrescimento estivo), e bande trasparenti molto sottili (accrescimento invernale; Rojo, 1987). Le vertebre prelevate dalla regione del tronco di 76 animali, campionati in base alla taglia, sono state pulite dai residui di carne per immersione in acqua bollente e quindi seccate all'aria. I conteggi delle bande sono stati eseguiti utilizzando uno stereomicroscopio da dissezione a luce riflessa (ingr ×6.4 – ×40). La curva di crescita è stata calcolata secondo il modello di Bertalanffy (Saila *et al.*, 1988).

L'analisi delle gonadi è stata condotta su 69 esemplari di cui è stato pure calcolato l'indice gonadosomatico, come rapporto percentuale fra il peso della gonade e quello totale. Da ogni individuo sono stati prelevati pezzi da diverse parti delle gonadi, fissati in Bouin, successivamente inclusi in paraffina, sezionati al microtomo con fette di 7-8 µ di spessore e colorati con il metodo di Azan-Mallory.

Per l'analisi dei contenuti gastrici sono stati utilizzati esemplari pescati tra le 8.00 e le 11.00 del mattino. Subito dopo la cattura ogni animale veniva misurato e pesato, e lo stomaco fissato in formalina al 10%. Successivamente, il suo contenuto veniva conservato in formalina al 5%. I contenuti intestinali non sono stati usati ai fini della ricerca, perchè da un esame preliminare è risultato che l'avanzato grado di digestione ne comprometteva l'identificazione. Il grado di ripienezza degli stomaci è stato valutato come pieno, semipieno o vuoto. Si è proceduto poi alla identificazione degli organismi nella dieta e al loro conteggio. Le prede sono state raggruppate in grandi categorie: larve di insetti, crostacei, gasteropodi, nematodi, pesci e materiale non determinato. Per la determinazione delle specie di esemplari dell'ordine dei Ciprinidi si sono utilizzati i denti faringei (Spillmann, 1961; Tortonese, 1970). I campioni sono stati analizzati raggruppandoli per taglia e per stagione (primavera-estate e autunno-inverno). È stato calcolato l'indice di alimentazione come rapporto fra il peso del contenuto gastrico ed il peso dell'animale; il numero di prede ritrovate è stato espresso come valore totale e percentuale e si è pure stimata la frequenza percentuale di comparsa delle prede nella dieta.

Per l'indagine parassitologica, dopo il prelievo e l'esame esterno del canale alimentare e degli organi annessi, è stata effettuata la dissezione dell'apparato digerente, procedendo all'identificazione ed al conteggio dei parassiti rinvenuti e registrandone la distribuzione nelle varie zone del tratto alimentare.

È stata condotta una esperienza preliminare di radio-tracking per

valutare il comportamento dell'animale. Sul dorso di un esemplare di 9 kg e 113 cm di LT è stato impiantato un pinger V3-3H (Vemco). L'esemplare è stato rilasciato e seguito con idrofoni associati ad un ricevitore VR60 (Vemco); la portata utile del segnale è stata di circa 1 km.

Risultati e discussione

Risultati dei campionamenti

In totale sono stati catturati 201 esemplari di *S. glanis,* compresi in un intervallo di lunghezza da 5 a 168 cm. Fra i siluri di grosse dimensioni, 8 hanno un peso compreso tra 10 e 37 kg circa. La Figura 1 riporta la distribuzione di lunghezza degli esemplari catturati. Oltre il 90% è rappresentato da esemplari di lunghezza totale inferiore a 90 cm, e di peso fino a 5 kg. Esemplari di dimensioni maggiori non sono infrequenti, anche se non sono per ora così abbondanti come i racconti dei pescatori lascerebbero intendere.

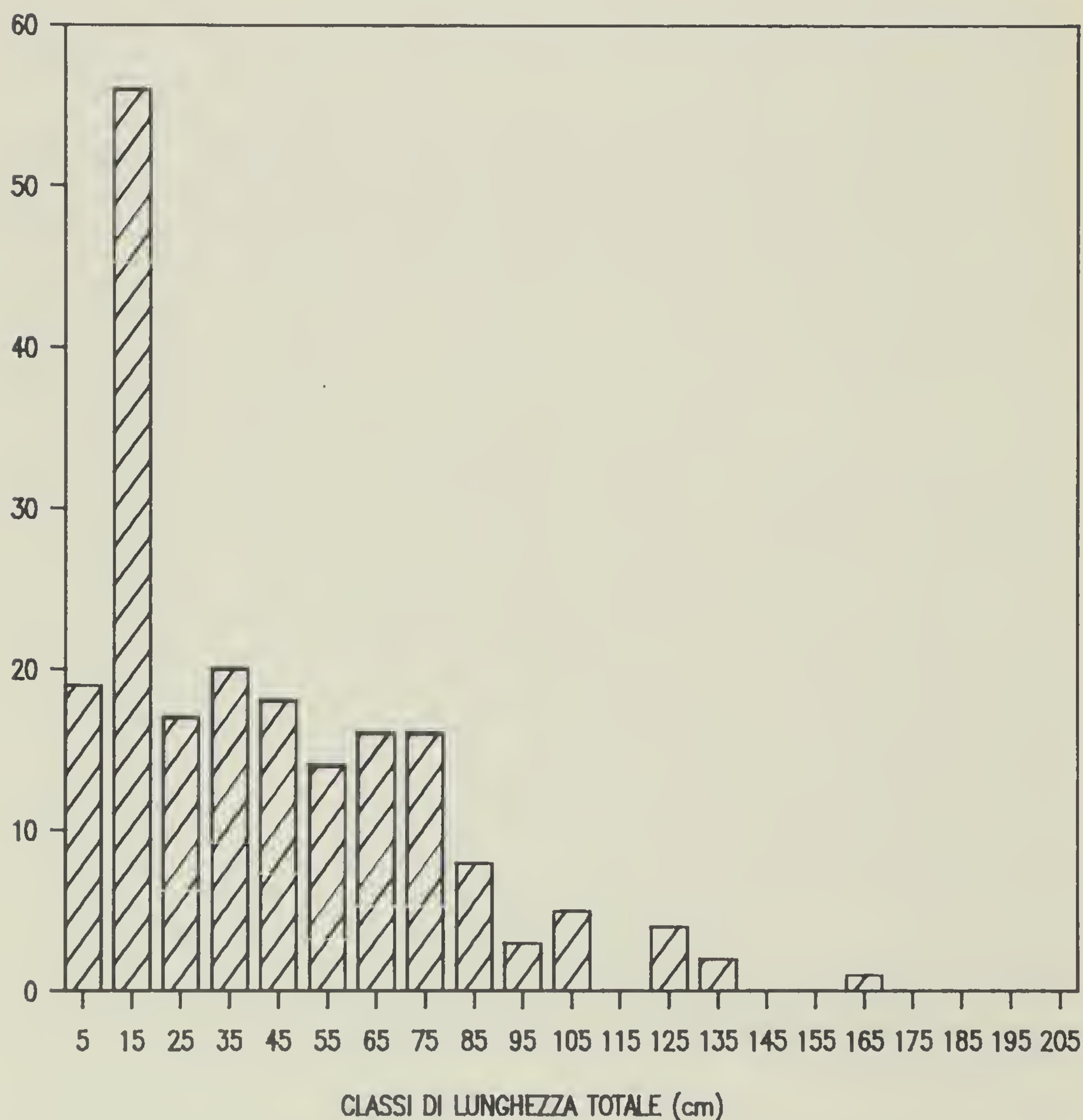


Fig. 1 – Distribuzione di lunghezza degli esemplari campionati di *Silurus glanis*.

Analisi dei dati di mercato

La Tabella 1 riporta i dati annuali di vendita al mercato dal 1983 al 1987. L'andamento delle vendite totali mensili è indicato nella Figura 2. Il picco di catture si è avuto nell'aprile 1985 con oltre 450 kg. L'analisi dell'andamento mensile delle catture mostra che i primi 3 mesi dell'anno, soprattutto marzo, sono quelli più importanti, mentre le catture più basse si hanno fra agosto e settembre. Mentre la cattura media per bolletta d'asta è in aumento dal 1983 al 1987, la quantità totale annua mostra un flesso a partire dal 1986: ciò è dovuto non alla mancanza di animali nelle catture, ma al mancato conferimento per scarso reddito.

Dalla sua prima comparsa nelle catture all'inizio degli anni 80, il siluro ha progressivamente perso valore commerciale. Come conseguenza, i dati raccolti al mercato ittico di Donada (RO) (Tabella 1), il più importante per la vendita di questo pesce, non rappresentano un dato significativo neppure per la valutazione dell'abbondanza di questa specie nell'area rodigina. Al-

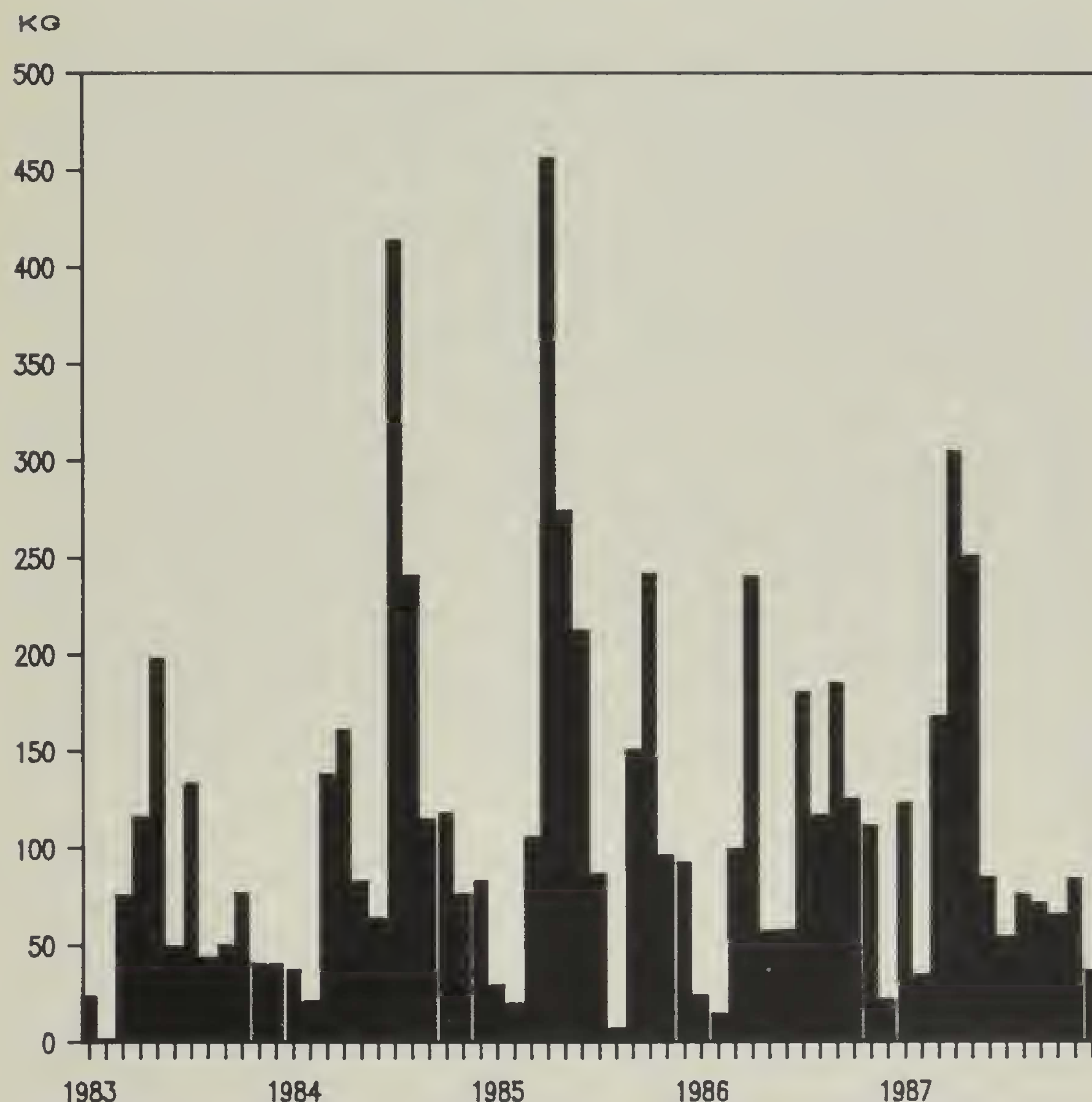


Fig. 2 – Catture totali (Kg) per mese (Donada), dal 1983 al 1987 di *Silurus glanis*.

Tabella 1 — Dati di vendita del siluro al mercato ittico di Donada (RO).

Anno	Numero Bollette	t	kg medi per Bolletta
1983	186	0.847	4.6
1984	195	1.550	7.9
1985	245	1.773	7.2
1986	154	1.231	8.0
1987	136	1.347	9.9
TOT	916	6.748	
media per Bolletta kg 7.4			

l'inizio degli anni 80, infatti, la richiesta di questo animale, e quindi il prezzo, era ancora tale da renderlo remunerativo e quindi oggetto di pesca. Una buona parte era venduta viva per la pesca sportiva nei laghetti, ma parte era anche commercializzata per alimentazione. Diminuito l'interesse per i laghetti di pesca sportiva, nei quali la mancata rapida cattura del siluro significa perdita delle altre qualità di pesce, e ridotto praticamente a zero l'interesse dei consumatori, il prezzo d'asta è sceso nel 1989 fino a sole 100 lire/kg, con il risultato che il siluro viene sì catturato dalle reti, ma non portato al mercato: viene ributtato in acqua, morto o vivo che sia.

Il siluro ha in molti Paesi una notevole importanza commerciale: la carne ottenuta dagli individui di peso non superiore ai 3-4 kg è molto apprezzata, sia fresca che salata o affumicata; le uova vengono mescolate con quelle di storione per farne caviale; dalla vescica natatoria e dalle ossa si ricava colla di pesce. Nel Mar Nero e nel Mar d'Azov le catture medie annuali, nel periodo prima della seconda guerra mondiale, raggiungevano 1800 t; 4200 t nel Mar Caspio e 1360 t nel Lago Aral (Nikol'skii, 1961). Nel 1976 sono stati pescati nella Russia europea addirittura 16986 t (Ladiges e Vogt, 1986). La sua importanza è tale da renderlo oggetto di allevamento: la riproduzione artificiale di *S. glanis* (Horvath, 1977) è pratica corrente in Iugoslavia, Olanda, Ungheria, Cecoslovacchia e recentemente anche in Francia (Vallod, 1987).

Tutto ciò sottolinea un altro aspetto negativo della introduzione di specie alloctone: se non si crea un mercato esse producono, a spese dell'ambiente, biomassa che non viene utilizzata e va quindi perduta.

Età, accrescimento e biometria

L'età dei 76 siluri esaminati è stata attribuita assumendo convenzionalmente come data di nascita il periodo giugno-luglio. La Tabella 2 riporta la lunghezza media per classe d'età. A causa del basso numero di individui nelle classi di età più vecchie non sono stati separati i sessi, ma in alcuni casi a parità di età sembra che i maschi siano più grandi delle femmine. Per confronto, i dati di lunghezza per età sono riportati nella Tabella 3 con quelli di alcune popolazioni dell'Est europeo desunti da Vallod (1987). Con i dati della Tabella 2 per gli animali del Po, e con quelli della Tabella 3 per le altre popolazioni si sono calcolati i parametri della curva di crescita secondo il mo-

Tabella 2 – Lunghezza totale media (cm, ± D.S.) e peso medio dei siluri per classe di età.

Classe d'età	N.	LT media ± (cm)	D.S.	P. medio ± (kg)	D.S.
0+	14	15.3	3.15	0.026	0.014
1	7	18.8	2.13	0.039	0.015
1+	6	31.6	4.59	0.183	0.093
2	7	43.9	9.00	0.640	0.394
2+	18	56.0	11.61	1.376	0.890
3	10	77.6	6.87	3.439	0.900
3+	1	86.0		4.515	
4+	1	97.0		6.000	
5	7	110.1	14.44	10.114	3.690
5+	1	130.0		20.000	
6	1	127.0		17.000	
6+	1	168.5		36.635	
8+	1	133.0		15.800	

Tabella 3 – Misure di lunghezza (in cm) relative a siluri, di età compresa tra 1 e 20 anni, di alcuni bacini dell'Europa dell'Est e dell'Unione Sovietica come riportato da Vallod (1987). (*) dato riportato da Balma *et al.*, 1989.

	Fiume Don Un. Sov.	Lago Aral Un. Sov.	Fiume Ural Un. Sov.	Reservoir Orlice Cecoslov.	Fiume Vag Cecoslov.	Acque Rumene	Fiume Danubio Iugosl.	Fiume Tisza Ungheria	Fiume Po Italia
Autori Età	Bizjaev 1952	Munjak	Probatov	Hochman 1965	Sedlàr 1973	Gyurko 1972	Ristic 1972	Harka 1984	Questo studio
1	23		41	12.8	11.1	16.5	27.5	17.5	18.8
2	54.7		57	25	23.7	27.5	38.4	31.8	43.9
3	76.3	61	74	39	35.9	38.5	47.4	46.2	77.6
4	91.2	65	92	52.5	46.7	49	58.4	58.8	
5	105.9	72	97	64.3	55.4	60	75.6	71.4	110.1
6	118	79	113	74.5	62.9	70.5	87.6	83.7	127
7	128.5	86		84.8	70.3	83.5	102.1	95.3	
8	138	92		93.3	76.2	92.5	119.4	106.6	
9	147.5	104	153	101.1	81.2	101	128.8	117.3	
10	155.1	111		108.5	87.4	110	140.2	127.8	215(*)
11	164.7	112		115.2	95.2		159.6	137.7	
12	172	127	175	121.8	98.7	118.5		147.3	
13	179.8	130		127.4	105.5			156.4	
14	189.8	136		132.8	111			165.3	
15	193.5	148		138.5	121	150		173.8	
16	196.8			144.2				181.9	
17	207.6			149.5		164		189.8	
18	211.5			154.7				197.2	
19	215.8			160				204.4	
20	226.6			165		186		211.4	

dello di von Bertalanffy, riportati nella Tabella 4. Le corrispondenti curve teoriche di crescita sono indicate nella Figura 3. La curva ricavata dai dati del fiume Po risente probabilmente della mancanza di esemplari oltre una certa età, come quella del siluro del Danubio (Iugoslavia). In entrambi i casi, infatti, sembra che gli animali esaminati non abbiano ancora raggiunto il punto di flesso della curva che dovrebbe tendere all'asintoto superiore.

Tabella 4 — Parametri della curva di crescita di Bertalanffy (± errore) per popolazioni di siluro di varie aree.

PAESE	LOCALITÀ	L. inf. ± Err.	K ± Err.	T (0) ± Err.
USSR	Fiume Don	253.5 ± 7.2	0.097 ± 0.007	−0.266 ± 0.142
CECOSL.	Orlice Reservoir	217.3 ± 4.1	0.069 ± 0.002	0.052 ± 0.061
CECOSL.	Fiume Vag	179.0 ± 13.0	0.069 ± 0.008	−0.101 ± 0.138
ROMANIA	Non indicato	370.4 ± 35.4	0.034 ± 0.004	−0.227 ± 0.143
JUGOSL.	Fiume Danubio	1729.0 ± 3123.0	0.008 ± 0.016	−0.433 ± 0.248
UNGHERIA	Fiume Tisza	373.5 ± 3.2	0.041 ± 0.001	−0.123 ± 0.018
ITALIA	Fiume Po	338.9 ± 207.9	0.081 ± 0.062	0.099 ± 0.182

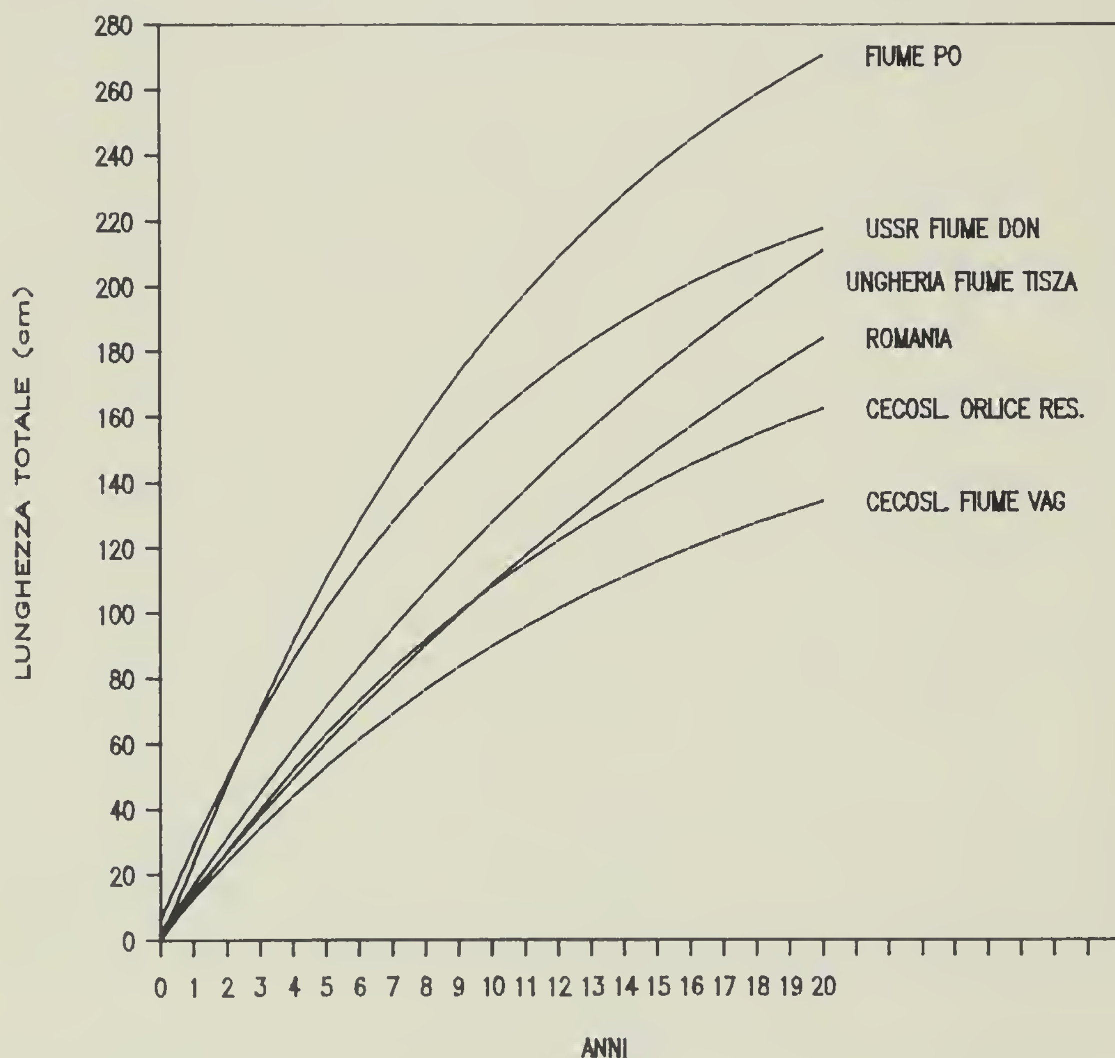


Fig. 3 — Curva di crescita (modello di Bertalanffy) di alcune popolazioni di siluro. Confronto con alcuni paesi dell'Est.

La curva di crescita del siluro del Po (Figura 3) risulta quella con pendenza maggiore: ne consegue che, almeno teoricamente, in questo fiume la capacità di crescita del siluro, che secondo Muus e Dahlstrom (1970) può raggiungere 5 metri di lunghezza e 300-400 kg di peso, trova la sua migliore realizzazione. Benchè nel campione esaminato non compaiano animali di età superiore a 8 anni, la curva di crescita della Figura 3 risulta indirettamente confermata da Balma *et al.* (1989), che in acque piemontesi hanno trovato un siluro di 10 anni lungo 215 cm, del peso di oltre 100 kg. Per spiegare il vantaggio del siluro nel Po si deve ricordare il migliore regime termico di questo ambiente, ed una probabilmente migliore situazione di competizione e predazione.

S. glanis presenta una notevole variabilità di accrescimento legata alle caratteristiche dei diversi ambienti in cui vive, al punto che Nikol'skii (1961) riporta che in alcune zone dell'Unione Sovietica esisterebbero due forme a diverso accrescimento: una forma tipica, a rapido accrescimento, ed una forma che cresce lentamente, raggiunge una taglia più piccola ed ha un colore più scuro. Già al primo anno di vita, come desumibile dalla Tabella 3, le dimensioni possono essere molto diverse (da 11 a 41 cm). Altri dati (Tandon e Oliva, 1977) indicano una lunghezza ad 1 anno di 10-12 cm (Cecoslovacchia); 14 cm (stagni della Moravia); 18.1 cm (Moravia meridionale); 20-30 cm (acque ungheresi). Per Wheeler (1969) il siluro nel primo anno di vita raggiunge in Inghilterra circa 30 cm. Gli accrescimenti maggiori vengono ovviamente registrati in allevamento, con acqua a 20-25 °C: individui provenienti da riproduzione artificiale e cresciuti in acqua a 23 °C, a 3 anni di età pesavano 17 kg, dopo 5 anni circa 32 kg (Meske, 1985). Per confronto, lo stesso Autore riporta che siluri catturati in bacini artificiali della Cecoslovacchia raggiungevano i 33 kg solo dopo 20 anni (Hochman, 1966; in Meske, 1985).

La Tabella 5 riporta i parametri di alcune relazioni biometriche fra la lunghezza ed alcune parti del corpo. Un confronto è possibile con i dati del fiume Tisza in Ungheria (Harka, 1984), dove la pendenza della regressione LS/LT risulta 1.064 ± 0.001 (in Po 1.076 ± 0.002; $t = 4.84$, $P < 0.01$); e quella della regressione Lunghezza/peso vale 3.1373 (non è dato l'errore), contro 2.97 ± 0.01 nel fiume Po. Non vi sono differenze statisticamente significative fra le regressioni dei maschi e delle femmine.

Biologia della riproduzione

L'analisi delle gonadi è stata condotta su 69 esemplari, con LT da 10.5 a 131 cm: di questi, 38 sono risultati maschi e 31 femmine.

Le gonadi sono organi pari sospesi per mezzo di un doppio strato di peritoneo (mesovario o mesorchio) alla parete dorsale della cavità addominale e posti ai lati del segmento terminale dell'intestino, sotto i reni ed alla vescica natatoria.

Gli ovari hanno aspetto sacciforme e sono uniti medialmente al mesentere dorsale. Negli esemplari maturi essi si estendono al disotto dell'intestino, arrivando ad occupare oltre i due terzi della cavità addominale posteriore. L'ovario, di tipo endovarico, è strutturato in lamelle che dalla parete si protendono verso la cavità centrale. Le singole lamelle sono formate da un sottile strato di tessuto connettivo fibroso ricoperto da epitelio germinale che, negli esemplari immaturi, risulta costituito quasi esclusivamente da

Tabella 5 – Parametri delle regressioni lineari fra lunghezza standard ed altre misure biometriche del siluro. La regressione Lunghezza/Peso è del tipo Peso = a LS^b.
a ± s(a) = intercetta e relativo errore; b ± s(b): pendenza e relativo errore; R^2 = indice di determinazione.

REGRESSIONE L. STANDARD (cm)/ L. TOTALE (cm)

	TUTTI	
N. osservazioni	199	
a ± s(a)	0.3035	1.0291
b ± s(b)	1.0763	0.0024
R^2	0.9990	

REGRESSIONE LS/L. CAPO (cm)

	TUTTI		MASCHI		FEMMINE	
N. osservazioni	171		47		47	
a ± s(a)	0.2457	0.6964	0.6905	0.9811	0.0329	0.6081
b ± s(b)	0.1975	0.0018	0.1893	0.0047	0.2037	0.0032
R^2	0.9859		0.9727		0.9892	

REGRESSIONE LS/L. TRONCO (cm)

	TUTTI		MASCHI		FEMMINE	
N. osservazioni	166		44		45	
a ± s(a)	−0.0525	1.1161	0.3466	1.3421	−0.2718	0.4585
b ± s(b)	0.2044	0.0030	0.1983	0.0065	0.2069	0.0077
R^2	0.9665		0.9564		0.9436	

REGRESSIONE LS/L. CODA (cm)

	TUTTI		MASCHI		FEMMINE	
N. osservazioni	166		44		45	
a ± s(a)	0.2344	2.0194	0.0667	2.9365	0.7466	1.8770
b ± s(b)	0.6734	0.0054	0.6821	0.0143	0.6652	0.0099
R^2	0.9896		0.9819		0.9905	

REGRESSIONE LS/L. BARBIGLI (cm)

	TUTTI		MASCHI		FEMMINE	
N. osservazioni	167		45		43	
a ± s(a)	2.5281	2.2662	5.0692	2.4778	6.0137	2.3420
b ± s(b)	0.2135	0.0059	0.1733	0.0127	0.1729	0.0133
R^2	0.8865		0.8117		0.8045	

REGRESSIONE LS/LARG. BOCCA (cm)

	TUTTI		MASCHI		FEMMINE	
N. osservazioni	186		47		46	
a ± s(a)	0.0297	0.4666	−0.1820	0.6087	−0.0946	0.4782
b ± s(b)	0.1294	0.0012	0.1334	0.0029	0.1303	0.0025
R^2	0.9855		0.9787		0.9837	

REGRESSIONE ALLOMETRICA (LOG-LOG) LS/L. (cm)/PESO (g)

	TUTTI		MASCHI		FEMMINE	
N. osservazioni	196		51		51	
a ± s(a)	0.0096	1.1525	0.0076	1.1432	0.0062	1.1089
b ± s(b)	2.9713	0.0123	0.0347	0.0299	3.0836	0.0263
R^2	0.9967		0.9953		0.9965	

ooociti in accrescimento previtellogenico con le annesse cellule follicolari che li avvolgono (Fig. 4a). Sono tuttavia presenti, soprattutto alla base delle lamelle, nidi di oociti pachitenici e di oogoni. Negli esemplari maturi le lamelle presentano lungo la loro parete gli oociti più giovani (oociti pachitenici e previtellogenici), mentre nella parte interna sporgono gli oociti più grandi, quelli in accrescimento vitellogenico (Fig. 4b). Gli oociti maturi, pronti per essere deposti, sono riversati nella cavità ovarica. Posteriormente i due ovari si fondono in un unico dotto che si apre esternamente in un poro genitale situato dietro l'apertura anale ed anteriormente allo sbocco degli ureteri.

Ciascuno dei testicoli ha la forma di lamina plurilobata che negli esemplari di taglia maggiore è medialmente connessa al mesentere dorsale. Negli esemplari di LT < 20 cm essi sono trasparenti e di non facile riconoscimento. In accordo con la classificazione di Grier *et al.* (1980) e Grier (1981) il testicolo risulta di tipo tubulare a spermatogoni non confinati o «unrestricted spermatogonial testis type». Negli esemplari immaturi i tubuli, ramificati ed orientati in tutte le direzioni, appaiono pieni e costituiti da cellule germinali distinguibili in spermatogoni primari e spermatogoni secondari. I primi sono isolati o raccolti in nidi di poche unità, avvolti da proprie cellule somatiche; gli altri, di dimensioni minori, appaiono raccolti in cisti di diversi elementi e situati principalmente nella regione centrale del tubulo (Fig. 4c). Negli esemplari maturi, invece, i tubuli sono cavi e dilatati con numerosi spermatozoi nel loro lume. La parete dei tubuli è costituita da cisti di spermatidi, di spermatociti di primo e secondo ordine e di spermatogoni secondari, singolarmente avvolti da cellule somatiche (Fig. 4d). Entro ogni cisti le cellule germinali sono tutte approssimativamente allo stesso stadio di sviluppo. I tubuli sono fra loro separati da sottili fasci di tessuto connettivo fibroso in cui corrono piccoli vasi e capillari.

L'analisi istologica del materiale per classe di lunghezza indica che il maschio raggiunge la maturità sessuale ad una LT di circa 60 cm; la femmina a circa 70 cm, ad una età quindi di circa 3 anni. Questi dati sono in accordo con quanto segnalato da Berg (1965) per il delta del Volga. La Figura 5 riporta mese per mese e solo per gli animali di taglia superiore a 60 cm, l'andamento dell'indice gonadosomatico. Nonostante lo scarso numero di animali esaminati, il periodo riproduttivo risulta chiaramente indicato: esso sembra essere piuttosto lungo, almeno da maggio fino a settembre. A conferma, piccoli animali di dimensioni fra 5 e 10 cm sono catturati da luglio fino a novembre, ed in seguito anche a marzo. Il siluro si riproduce soltanto se la temperatura dell'acqua non è inferiore a 20 °C: nell'Europa centrale la deposizione delle uova avviene all'inizio del mese di giugno; nell'Europa settentrionale è posticipata in luglio-agosto. La femmina depone 20-30.000 uova/kg (Berg, 1965). Questo è un dato che da solo rende conto del potenziale di crescita di questa specie, in termini di dinamica di popolazione. Il fatto che alle nostre latitudini il periodo riproduttivo sia più lungo è con ogni probabilità dovuto al fatto che la temperatura dell'acqua del Po permane sopra il livello minimo (20 °C) per un tempo molto più lungo che non in altre aree.

Analisi del contenuto gastrico

In totale sono stati esaminati gli stomaci di 97 esemplari con LT da 5 a 116 cm: 32 stomaci sono risultati completamente vuoti, 65 utili ai fini della ricerca.

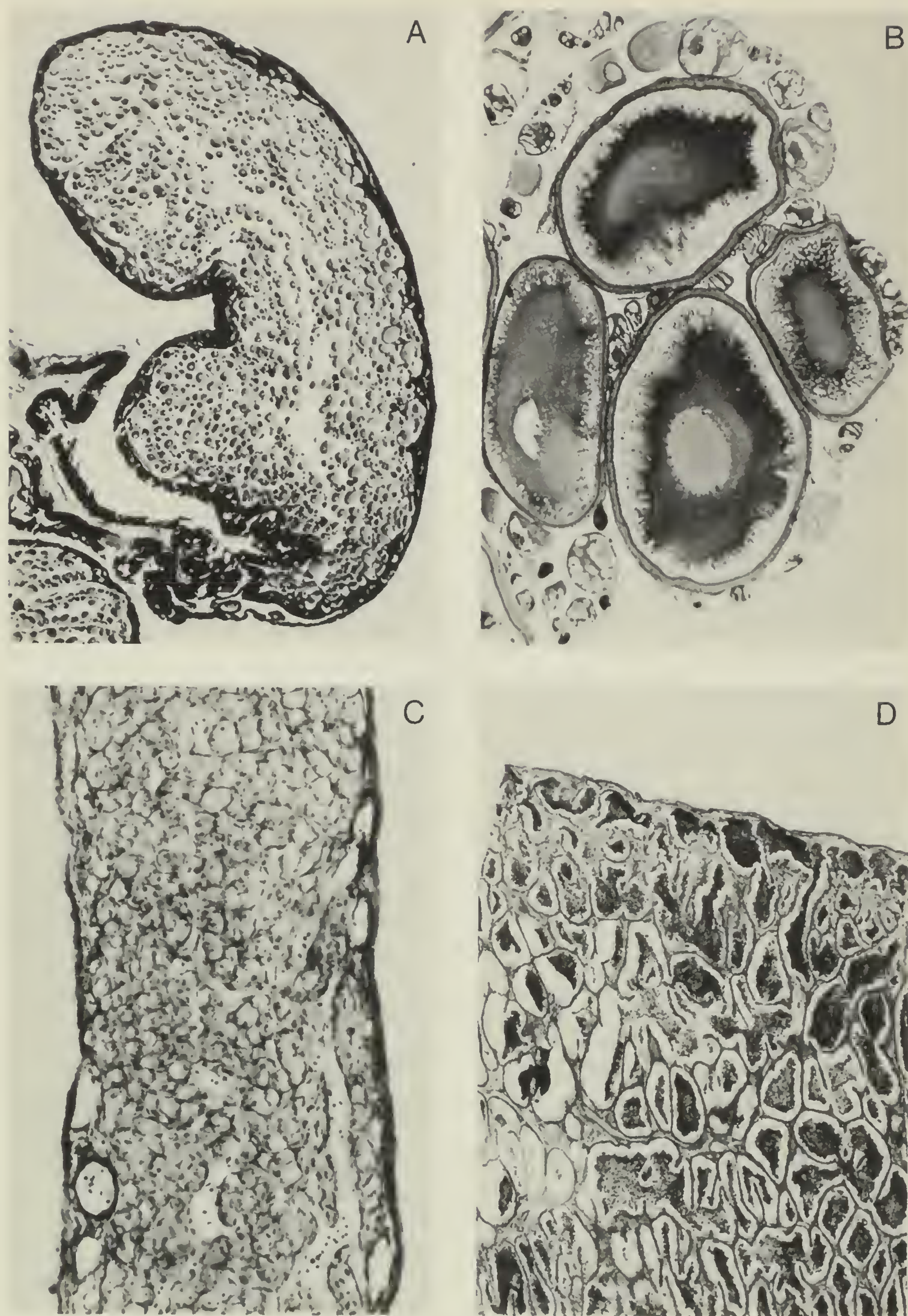


Fig. 4 – Aspetto istologico della gonade del siluro. (A) Gonade femminile immatura. LT = 37 cm, × 26. (B) Gonade femminile matura. LT = 78 cm, × 70. (C) Gonade maschile immatura. LT = 39 cm, × 255. (D) Gonade maschile matura. LT = 79 cm, × 76.

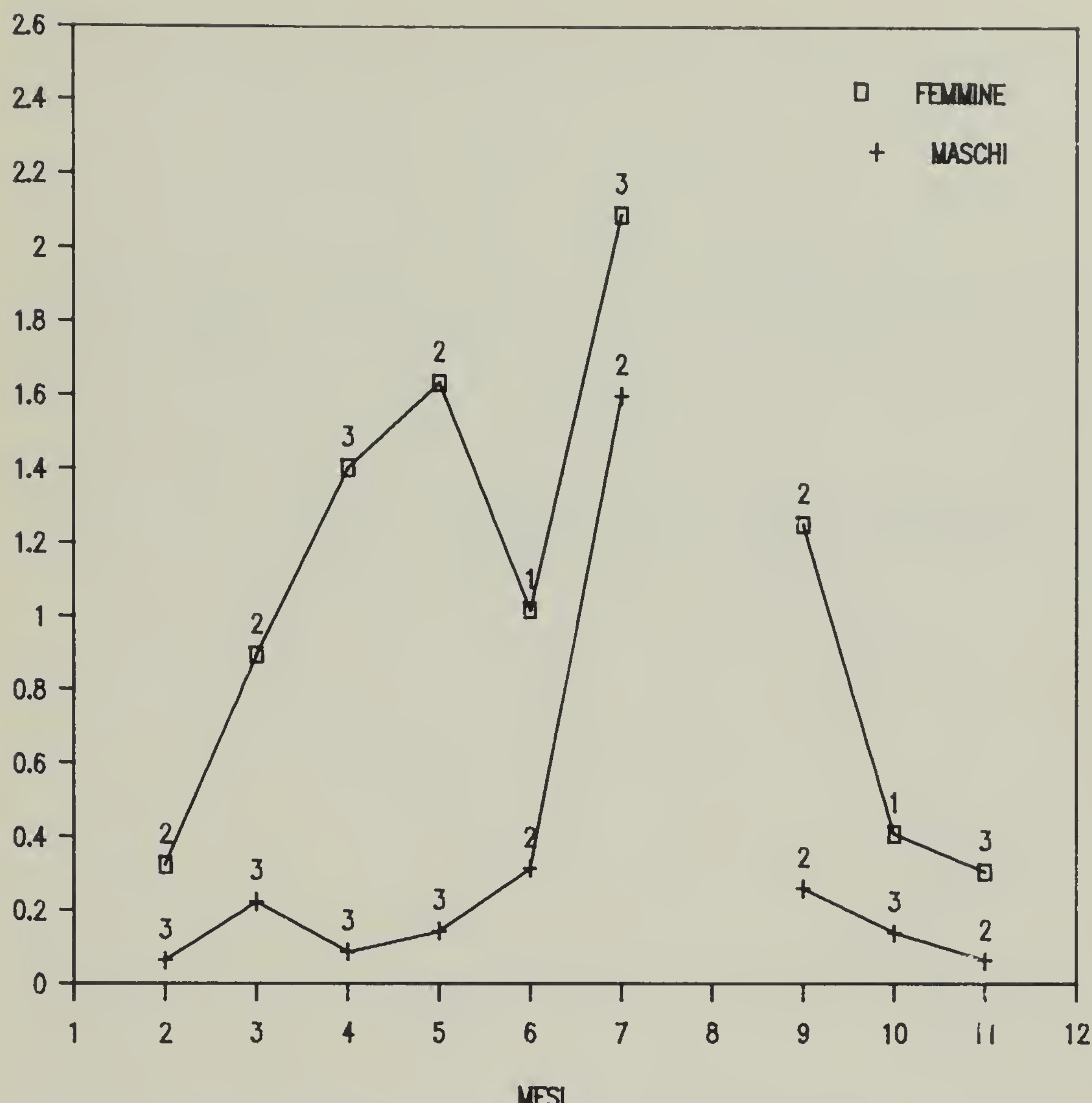


Fig. 5 — Andamento dell'indice gonadosomatico nel corso dell'anno.

Le Tabelle 6 e 7 riportano in dettaglio i risultati dell'analisi dei contenuti gastrici esaminati per stagione. Le prede principali presenti nella dieta del siluro nel fiume Po risultano essere le seguenti: (1) Insetti: larve di Tricotteri (Fam. Hydropsychidae, *Hydropsyche modesta*); Efemerotteri (Fam. Heptageniidae, *Ecdyonurus* sp.); Eterotteri (Fam. Naucoridae, *Aphelocheirus aestivalis*); Ditteri (Fam. Chironomidae, larve). (2) Crostacei: Anfipodi (Fam. Gammaridae, *Echinogammarus* sp.); Isopodi (Fam. Asellidae, *Asellus acquaticus*); Decapodi (Fam. Palaemonidae, *Palaemonetes* sp.). (3) Nematodi. (4) Gasteropodi Prosobranchi (Fam. Viviparidae, *Viviparus* sp.) (5) Pesci: Fam. Ciprinidae (Carassio *Carassius* sp.; Alborella *Alburnus alburnus alborella;* Savetta *Chondrostoma soetta;* Triotto *Rutilus erythrophthalmus;* Cavedano *Leuciscus cephalus cabeda);* Fam. Pleuronectidae (Passera *Platichthys flesus luscus).*

Nelle Tabelle 6 e 7 l'analisi dei contenuti gastrici è stata indicata per due gruppi di taglia, sotto e sopra 32 cm di lunghezza, in corrispondenza ad

una netta diversificazione della dieta. Sotto i 32 cm di lunghezza, infatti, i pesci non compaiono nei contenuti gastrici, mentre dopo quella lunghezza essi divengono la componente principale. Fino alla lunghezza di circa 30 cm, infatti, la dieta è costituita soprattutto da crostacei, gammaridi e larve di insetti; a partire da circa 30 cm la dieta del siluro diviene piscivora, principalmente a carico dei ciprinidi: carassio, triotto, cavedano, alborella e savetta. In un siluro è stata trovata anche una passera.

L'attività alimentare è particolarmente intensa in primavera-estate, cioè nel periodo che precede e segue la deposizione; diminuisce in autunno, per cessare del tutto in inverno, quando il siluro entra in una fase di latenza (Vallod, 1987). Allo scopo di avere qualche informazione sul comportamento del siluro, il 4/11/89, con temperatura dell'acqua di circa 19 °C, è stata con-

Tabella 6 – Numero e tipo di prede trovate negli stomaci e loro frequenza in primavera-estate. N% = importanza percentuale sulla somma totale delle prede; F% = frequenza percentuale di presenza negli stomaci.

	PRIMAVERA ESTATE					
Taglia	< 32 cm			> 32 cm		
N. stomaci esaminati	19			14		
	N. prede	N%	F%	N. prede	N%	F%
Anfipodi	75	61.0	84.2	2	7.1	14.3
Isopodi	3	2.4	15.8			
Decapodi						
CROSTACEI	78	63.4	84.2	2	7.1	14.3
Tricotteri	17	13.8	57.9			
Efemerotteri	6	4.9	21.9			
Eterotteri						
Ditteri	7	5.7	21.1	2	7.1	7.1
LARVE DI INSETTI	30	24.4	73.7	2	7.1	7.1
GASTEROPODI	11	8.9	26.3			
NEMATODI	3	2.4	10.5			
Non determinati	1	0.8	5.3			
Alborella				6	21.4	28.6
Cavedano				9	32.1	28.6
Carassio				1	3.6	7.1
Savetta				1	3.6	7.1
Triotto				4	14.3	21.4
Passera						
Non determinati				3	10.7	21.4
PESCI				24	7.1	100.0
	123			28		

dotta una esperienza di radio-tracking con un animale di circa 9 kg. Il siluro è stato seguito per 72 ore: in questo periodo esso è stato in movimento per circa 22 ore (30%) nella zona fra Ca' Tiepolo e Ca' Venier: la massima distanza complessivamente percorsa è stata di circa 1 km. L'attività dell'animale, anche se con movimenti senza una direzione fissa, è stata massima di notte, fra le ore 21 e le 23, probabilmente per attività di caccia. Durante le ore diurne esso è rimasto a ridosso della diga posta a monte della diramazione del Po di Maestra, in un punto dove con l'ecoscandaglio si è evidenziato un fondale di circa 20 metri. Da questo punto l'animale ha ampliato la sua zona d'azione spingendosi ripetutamente fino alla biforcazione del Po di Maestra ma non allontanandosi più dalla zona. L'esperimento si è concluso il 7 novembre dopo 72 ore. Il 10 novembre, dopo 6 giorni, si è verificato che

Tabella 7 – Numero e tipo di prede trovate negli stomaci e loro frequenza in autunno-inverno. N% = importanza percentuale sulla somma totale delle prede; F% = frequenza percentuale di presenza negli stomaci.

	AUTUNNO INVERNO					
Taglia	< 32 cm			> 32 cm		
N. stomaci esaminati	23			9		
	N. prede	N%	F%	N. prede	N%	F%
Anfipodi	120	78.4	82.6			
Isopodi	12	7.8	30.4	1	10.0	11.1
Decapodi	3	2.0	8.7	1	10.0	11.1
CROSTACEI	135	88.2	87.0	2	20.0	22.2
Tricotteri	1	0.7	4.3			
Efemerotteri						
Eterotteri	8	5.2	8.7			
Ditteri	2	1.3	8.7			
LARVE DI INSETTI	11	7.2	26.1			
GASTEROPODI				1	10.0	11.1
NEMATODI	5	3.3	13.0			
Non determinati	2	1.3	8.7			
Alborella				1	10.0	11.1
Cavedano				1	10.0	11.1
Carassio				2	20.0	22.2
Savetta						
Triotto						
Passera				1	10.0	11.1
Non determinati				2	20.0	22.2
PESCI				7	70.0	66.7
	153			10		

l'animale era sempre nella stessa zona. Infine il 20 novembre, dopo 16 giorni dal rilascio, l'animale è stato segnalato in una zona a circa 6-7 km verso monte: pur non essendo stato pescato, la trasmittente è rimasta impigliata nelle reti di un pescatore.

Il fatto che 32 stomaci su 97 (33%), pur prelevati nel primo mattino siano risultati vuoti potrebbe in parte essere spiegato dal fenomeno del rigurgito (Treasurer, 1988): accade spesso che questo animale, probabilmente per lo stress da cattura, rigurgiti il contenuto dello stomaco. La Figura 6 riporta la percentuale di alimentazione, cioè il rapporto fra il peso del contenuto stomacale ed il peso totale, in funzione della lunghezza: essa va da oltre il 4% negli esemplari più piccoli, ad alta richiesta metabolica, fino a 1-2% negli esemplari più grandi. I dati sono in accordo con quanto segnalato da Popova (1978) per il Volga. Per i nostri dati, però, si tratta di una più che probabile sottostima, anche perchè il peso dei contenuti gastrici spesso riguardava materiale in avanzata fase di decomposizione.

L'analisi dei campioni conferma i dati in letteratura, sia per la fase giovanile che per quella adulta: il siluro passa infatti da una fase postlarvale con

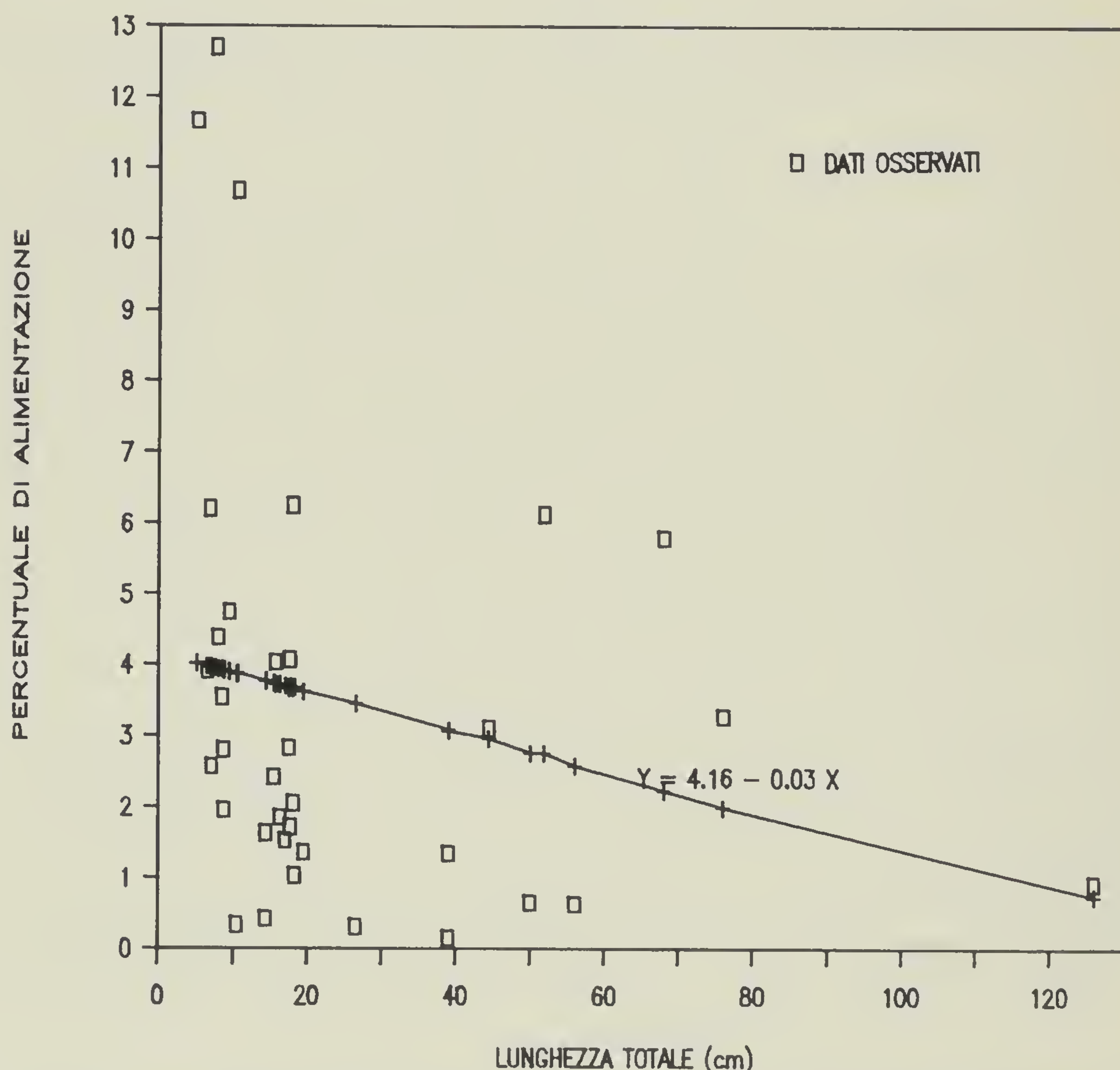


Fig. 6 — Percentuale di alimentazione del siluro (*Silurus glanis*) in funzione della lunghezza.

dieta planctofaga, ad una giovanile con dieta onnivora,e finalmente, da adulto, ad una dieta prevalentemente ittiofaga nella quale, tuttavia, possono rientrare piccoli mammiferi roditori, uccelli acquatici, crostacei decapodi, anellidi e larve di insetti (Muus e Dahlstrom, 1970; Ladiges e Vogt, 1986; Vallod, 1987; Bruno, 1987).

Indagine parassitologica

Sono stati esaminati 147 esemplari con LT da 9 a 140 cm. L'indagine parassitologica ha riguardato in particolare gli acantocefali. Dei 147 siluri esaminati, 103 sono risultati infestati da acantocefali (70%). Nel tratto digerente dei siluri sono state rinvenute 4 specie diverse di acantocefali. In ordine di abbondanza decrescente sono: *Pomphorhynchus laevis, Acanthocephalus anguillae, Acanthocephalus clavula, Leptorhynchoides plagicephalus* (Dezfuli *et al.*, in stampa).

Le zone del tratto digerente maggiormente infestate sono l'intestino medio e, in minor misura, quello anteriore. L'andamento della parassitosi in *S. glanis* è molto probabilmente in connessione con il regime alimentare dell'ospite. Fino ad una LT di circa 30 cm la dieta è costituita soprattutto da crostacei (il probabile ospite intermedio), larve ed adulti di insetti, mentre nello stomaco dei siluri di LT > 40 cm sono stati rinvenuti unicamente pesci. Questo cambiamento di dieta sembra determinare una diminuzione della parassitosi.

Conclusioni

I risultati dello studio sul siluro, specie alloctona immessa da circa un decennio nel Po, consentono le seguenti conclusioni.

1) Pur non essendo possibile una stima della abbondanza totale del siluro in Po, (I) dai dati di mercato anche se carenti; (II) da ripetute interviste ai pescatori e (III) da nostre osservazioni durante le operazioni di campionamento appare evidente che la densità di questo predatore, sia in numero che in peso, è ormai tale da dover essere considerata «abbondante».

2) Il siluro trae vantaggio dal favorevole regime termico del Po, nel quale si riproduce probabilmente per un periodo molto lungo, da maggio a settembre. Il suo potenziale riproduttivo, per numero di uova e durata del periodo, è tale da lasciar prevedere una crescita numerica estremamente rapida.

3) Il siluro, a partire almeno da una dimensione di 30 cm, è un pesce che basa la sua dieta sulla fauna ittica presente, soprattutto ciprinidi: a causa della sua alta richiesta metabolica esso può pesantemente interferire con la dinamica di popolazione delle altre specie.

4) L'accrescimento del siluro in Po, paragonato con quello di altre popolazioni riportate in letteratura, è fra i più alti che si conoscono. Ciò è probabilmente dovuto al più favorevole regime termico, in confronto con i Paesi dell'Est; e alla mancanza, almeno fino a questo momento, di validi competitori e/o predatori.

5) In conclusione, l'introduzione del siluro, specie alloctona, nel fiume Po ha avuto risultati negativi, come a suo tempo ebbe l'introduzione di *Ictalurus melas,* e da molte parti se ne chiede l'eradicamento. Una tale richiesta

sorprenderebbe non poco nelle aree originarie, dove il siluro è oggetto di pesca attiva a scopi commerciali ed è addirittura allevato a partire da esemplari riprodotti artificialmente. La eliminazione di una specie indesiderata, fatta eccezione per casi limite, è già un grosso problema in piccoli ambienti, ma è praticamente impossibile in un ambiente come il Po.

Dal punto di vista meramente ecologico, l'ipotesi più probabile è quella del raggiungimento di un nuovo equilibrio fra le specie presenti in Po, magari in seguito a drastiche oscillazioni periodiche di abbondanza di preda e predatore.

In ogni caso, appare evidente che se il siluro non viene in qualche modo prelevato dal Po avrà tutto il modo ed il tempo di continuare ad aumentare di numero. Deve essere introdotto il principio della obbligatorietà della cattura e della eliminazione del siluro dal fiume. Per i pescatori sportivi la cattura di siluro deve essere considerata un «fuori quota», non cumulabile con le altre specie. Il pescatore di mestiere deve essere da una parte obbligato, ma dall'altra incentivato, alla pesca di questo animale. La più semplice forma di incentivazione è la corresponsione di un premio per capo abbattuto, come in altri momenti è stato fatto con altre specie considerate «nocive». Una forma di incentivazione più importante, anche se più difficile, è quella di rendere la vendita di questo pesce economicamente redditizia. Quest'ultimo è un problema già affrontato anche in campo nazionale per il pesce azzurro, ed all'estero anche per altri pesci, fra cui varie specie di pesce gatto. Una campagna di promozione e la presentazione al consumatore di un prodotto di facile preparazione potrebbe creare quella richiesta che inducendo il pescatore ad una pesca più attiva contemporaneamente potrebbe controllare la crescita della popolazione stessa.

Ringraziamenti

Questo lavoro è stato finanziato da un contributo della Amministrazione Provinciale di Rovigo. Gli AA sono particolarmente grati al Sig. Guido Siviero per l'aiuto nella pesca dei siluri; ed ai Proff. G. Colombo e G. Gandolfi per i commenti al testo.

Bibliografia

Balma G. A. C., Delmastro G. B. & Forneris G., 1989 - Segnalazione di alcune specie ittiche esotiche d'importazione in Italia settentrionale, con particolare riferimento alle acque piemontesi (Pisces, Osteichthyes). *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano,* 130 (7): 109-116.

Berg L. S., 1965 - Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. *Israel Progr. Sci. Transl.,* Jerusalem, III: 1-496.

Bruno S., 1987 - Pesci e crostacei di acqua dolce. *Ed. Giunti,* Firenze: 1-286.

Dezfuli B. S., Franzoi P., Trisolini R. & Rossi R. - Segnalazione di Acantocefali parassiti di *Silurus glanis* (L.) del fiume Po. *Atti III Convegno A.I.I.A.D.,* Settembre 1989, Perugia (in stampa).

Gandolfi G. & Giannini M., 1979 - La presenza di *Silurus glanis* nel fiume Po. *Natura, Soc. Ital. Sci. nat., Museo civ. Stor. nat. e Acquario civ. Milano,* 70 (2): 3-6.

Grier J. H., 1981 - Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.,* 21: 345-357.

Grier J. H., Linton J. R., Leatherland J. F. & De Vlaming V. L., 1980 - Structural evidence for two different testicular types in Teleost fishes. *Amer. J. Anat.,* 149: 283-288.

Harka A., 1984 - Studies on the growth of sheatfish (*Silurus glanis* L.) in river Tisza. *Aquacultura Hungarica (Szarvas),* IV: 135-144.

Hyslop E. J., 1980 - Stomach contents analysis - A review of methods and their application. *J. Fish Biol.,* 17: 411-422.

Horvath L., 1977 - Improvement of the method for propagation, larval and postlarval rearing of the wels (*Silurus glanis* L.). *Aquaculture,* 10: 161-167.

Ladiges W. & Vogt D., 1986 - Guida dei pesci d'acqua dolce d'Europa. *Ed. Franco Muzzio e C.,* Padova: 1-233.

Meske C., 1985 - Fish Aquaculture - Technology and Experiments. *Ed. Vogt,* London: 1-237.

Muus S. J. & Dahlstrom P., 1970 - Guida dei pesci d'acqua dolce. *Edagricole,* Bologna: 1-224.

Nikol'skii G. V., 1961 - Special Ichtyology. Ed. by PST Staff. *Israel Progr. Sci. Transl.,* Jerusalem: 1-538.

Popova O. A., 1978 - The role of predaceous fish in Ecosystem. In: Ecology of freshwater fish production. Ed. by S. D. Gerking, *Blackwell Sci. Publ.:* 215-249.

Regione Emilia Romagna, 1988 - Specie ittiche esotiche in Emilia-Romagna. Bologna: 1-56.

Rizzo M. G., Carrieri A. & Rossi R. - Distribuzione della fauna ittica nella Provincia di Ferrara. (In stampa).

Rojo A., 1987 - Excavated Fish Vertebrae as Predictors in Bioarcheological Research. *North American Archaeologist,* 8 (3): 209-225.

Rossi R., 1989 - Rapporti fra acquacultura e ambiente. *Nova Thalassia, 10, suppl. 1: 247-267.*

Saila B. S., Recksiek C. W. & Prager M. H., 1988 - Basic Fishery Science Programs. A compendium of microcomputer programs and manual of operations. *Elsevier:* 1-230.

Spillmann Ch. J., 1961 - Faune de France - 65. Poissons d'eau douce. *Ed. P. Lechevalier,* Paris: 1-303.

Tandon K. K. & Oliva O., 1977 - The growth of the sheatfish, *Silurus glanis* in Czechoslovakia. *Vest. Cekosl. Spol. Zool.,* XLI (4): 271-282.

Tortonese E., 1970 - Fauna d'Italia - Osteichthyes - Pesci Ossei. *Ed. Calderini,* Bologna: 1-565.

Treasures J. W., 1988 - Measurement of regurgitation in feeding studies of predatory fishes. *J. Fish Biol.,* 33: 267-271.

Vallod D., 1987 - Le silure (*Silurus glanis* L.) - *Publication de l'Association pour le Developpement de l'Aquaculture,* 16: 1-70.

Wheeler A., 1969 - The Fishes of the British Isles and North-West Europe. Macmillan, London: 1-613.